Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Statistik BFS
Wirtschaft, Staat und soziale Fragen

Arbeitsdokument

Neuenburg, Oktober 2006

MULTIFAKTORPRODUKTIVITÄT

METHODENBERICHT

Gregory Rais, BFS, Sektion Struktur und Konjunktur, Tel.: +41 32 71 36677
E-Mail: Gregory.Rais@bfs.admin.ch

Pierre Sollberger, BFS, Sektion Struktur und Konjunktur, Tel.: +41 32 71 36865
E-Mail : Pierre.Sollberger@bfs.admin.ch

Bestellnummer: 821-0600

Espace de l'Europe
CH-2010 Neuchâtel
www.statistik.admin.ch

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung 3

2. Das Konzept der Produktivität 3

3. Kapitalleistungen 5

3.1 Standardeffizienzeinheit (SEE) 5

3.2 Index der Kapital(einsatz)kosten 8

3.2.1 Zinssatz 9

3.2.1.1 Exogener Zinssatz 9

3.2.1.2 Endogener Zinssatz 10

3.2.1.3 *Ex-ante*-Realzinssatz 12

3.2.2 Umbewertungsgewinne/-verluste 13

3.3 Index der Kapitalleistungen 15

4. Arbeitsinput 16

4.1 Wahl der Masseinheit 16

4.2 Arbeitskosten 17

5. Index der Gesamtfaktorkosten 18

6. Index der Multifaktorproduktivität 18

7. Analytische Anwendungen 19

7.1 Beitrag der Produktionsfaktoren zum Wirtschaftswachstum 19

7.2 Zusammenhang zwischen Entwicklung der Arbeitsproduktivität pro Stunde und MFP 19

8. Zusammenfassung, Einschränkungen und Schlussbemerkungen 20

9. Bibliografie 21

Liste der Abkürzungen 23

Anhang:

Ergebnisse der linearen Regressionsmodelle auf die Umbewertungsgewinne (-verluste)

Kasten:

Ein geometrisches Alters-Effizienz-Profil bedingt ein geometrisches Alters-Preis-Profil

Tabellen:

1. Masse der wirtschaftlichen Tätigkeit und der Produktivität
2. Verfügbarkeit von langen Zeitreihen zu den Zinssätzen
3. Ergebnisse der Regressionsmodelle

Grafik:

1. Gestutztes geometrisch-degressives Alters-Effizienz-Profil

1. Einleitung

Die Produktivität ist ein Schlüsselelement der Wachstumsanalysen. Diese Analysen setzen häufig die wirtschaftliche Leistung eines Landes mit der dafür eingesetzten Arbeitskraft und dem aufgewendeten Sachkapital in Beziehung. Die Produktivität ist zudem ein wertvoller Indikator für die Effizienz, die zeigt, wie die in einer Volkswirtschaft verfügbaren Ressourcen genutzt werden. Schliesslich wird auch oft die relative Leistung der verschiedenen Volkswirtschaften anhand der Entwicklung der Produktivität verglichen.

Die Datenlage liess bis anhin lediglich eine Untersuchung der Arbeitsproduktivität zu[1]. Dank der Arbeiten des Bundesamtes für Statistik (BFS) zur Erfassung des nichtfinanziellen Kapitalstocks in den Jahren 2005 und 2006 können fortan auch Zahlen zur Entwicklung des Kapitalinputs und somit der Multifaktorproduktivität (MFP) bereitgestellt werden.

Das vorliegende Dokument stellt die wichtigsten Hypothesen vor, auf die sich die Berechnung des MFP-Wachstums in der Schweiz abstützt. Die präsentierten Überlegungen beruhen weitgehend auf der von der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) konzipierten Methode[2]. Für deren Verwendung in der Schweiz waren wegen der verfügbaren Datenquellen gewisse Anpassungen erforderlich. Obschon die nachstehend beschriebene Methode vollständig kompatibel ist mit der internationalen Praxis, unterscheidet sich die Messweise der MFP in der Schweiz geringfügig von derjenigen der OECD. So beruhen die Schweizer Daten auf einer Auswahl von 16 Anlagegütergruppen, während die Ergebnisse der OECD auf 6 Kategorien basieren. Zudem schliessen die Schweizer Daten über die Bauinvestitionen die Wohnbauten[3] mit ein, während diese in den OECD-Daten nicht enthalten sind. Bei der Interpretation und der Verwendung der Ergebnisse auf internationaler Ebene ist deshalb eine gewisse Vorsicht geboten. Die Ergebnisse werden regelmässig aktualisiert und sind auf der BFS-Website[4] unter dem Themenbereich Volkswirtschaft online verfügbar.

Der vorliegende Methodenbericht ist wie folgt aufgebaut: In Kapitel 2 werden die wichtigsten Produktivitätskonzepte vorgestellt. Kapitel 3 erläutert die Methode und die Hypothesen im Zusammenhang mit der Messung der «Kapitalleistungen», während Kapitel 4 die Auswahl des Arbeitsinputs behandelt. In Kapitel 5, 6 und 7 werden die verschiedenen Etappen zur Messung der eigentlichen Multifaktorproduktivität sowie die entsprechenden analytischen Anwendungen präsentiert. Den Abschluss bildet das Kapitel 8 mit einer kurzen Zusammenfassung der Ergebnisse der MFP-Messung für die Schweiz und einer Beurteilung der vom BFS geleisteten Arbeit in diesem Bereich.

2. Das Konzept der Produktivität

Die Produktionstätigkeit innerhalb eines Unternehmens erfordert den kombinierten Einsatz von Maschinen, Gebäude, Energie und Arbeitskraft. Diese verschiedenen Elemente bilden zusammen die Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital. Das Verhältnis zwischen dem Ergebnis der Produktionstätigkeit und einem dieser Faktoren wird als Faktorproduktivität bezeichnet. Anhand dieses Quotienten kann die Effizienz der Nutzung des betreffenden Produktionsfaktors gemessen werden.

[1] Für weiterführende Informationen über die Arbeitsproduktivität s. z.B.: Bundesamt für Statistik (BFS), *Arbeitsproduktivität : Internationale Vergleiche: Datenlage und Interpretation*, Neuchâtel, 2004.
[2] Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), *Compendium of Productivity Indicators*, Paris, 2005
[3] Mangels genügend detaillierter Daten besteht in der Schweiz vorderhand keine Möglichkeit, die Wohnbauten von den langfristigen Gesamtinvestitionen in Abzug zu bringen.
[4] www.bfs.admin.ch

Die Tabelle T1 unten zeigt die wichtigsten Produktivitätsmasse, je nachdem ob zur Messung der wirtschaftlichen Tätigkeit der Bruttoproduktionswert (BPW) oder die Bruttowertschöpfung (BWS) Verwendung findet.

Tabelle T1: Masse der wirtschaftlichen Tätigkeit und der Produktivität

Masse der wirtschaftlichen Tätigkeit	**Masse des Inputs**			
	Arbeit	Kapital	Arbeit & Kapital	Kapital, Arbeit und intermediäre Inputs
Bruttoproduktionswert (BPW)	Arbeitsproduktivität (BPW)	Kapitalproduktivität (BPW)	MFP Kapital-Arbeit (BPW)	KLEMS
Bruttowertschöpfung (BWS)	Arbeitsproduktivität (BWS)	Kapitalproduktivität (BWS)	**MFP Kapital-Arbeit (BWS)**	-
	Masse der Einzelfaktorproduktivität		Masse der Multifaktorproduktivität	

MFP : Multifaktorproduktivität

KLEMS: Capital (K), Labour (L), Energy (E), Materials (M) and Services (S) inputs

Die bekanntesten Produktivitätsmasse sind die **Arbeitsproduktivität** und die **Kapitalproduktivität**. Beides sind Teilproduktivitätsmasse. Jeder Produktionsfaktor wird gesondert betrachtet, obschon er nicht allein zur Wertschöpfung beiträgt. Man spricht deshalb auch von **augenscheinlicher** Arbeits- bzw. Kapitalproduktivität.

Die Multifaktorproduktivität ist ein Produktivitätsmass, das die im Produktionsprozess verwendeten Faktoren Arbeit und Kapital zusammen berücksichtigt. Sie misst die Effizienz, mit der diese zwei Produktionsfaktoren im Rahmen der wirtschaftlichen Tätigkeit genutzt werden.

Tabelle T1 zeigt, dass die **wirtschaftliche Tätigkeit** entweder anhand des Wertes der produzierten Waren und Dienstleistungen (Zeile «Produktionswert» in Tabelle T1), oder anhand der aus dem Produktionsprozess resultierenden Bruttowertschöpfung (Zeile «Wertschöpfung») gemessen werden kann. Für Wirtschaftsanalysen wird gewöhnlich die Verwendung der **Bruttowertschöpfung** (BWS) empfohlen, und diese Masszahl wurde auch für die Berechnungen in der Schweiz eingesetzt. Die BWS berücksichtigt nämlich ausschliesslich die Nettobeiträge (Produktion minus Vorleistungen) der Unternehmen. Auf Länderebene ist das **Bruttoinlandprodukt** (BIP) das aussagekräftigste Referenzaggregat. Das BIP beziffert die um einige korrigierende Faktoren (Steuern, Subventionen, usw.)[5] bereinigte Summe der von den verschiedenen Wirtschaftszweigen erzeugten Bruttowertschöpfung.

Der Entscheid zu Gunsten der BWS für die Messung der wirtschaftlichen Tätigkeit bedeutet auch, dass die Produktivität der KLEMS von offizieller Seite in der Schweiz derzeit nicht untersucht wird. Solche Arbeiten stellen höchste Anforderungen an die Daten, und angesichts der schweizerischen Statistikbasis sind in diesem Bereich kaum Entwicklungen zu erwarten.

[5]Für weiterführende Informationen s.: Bundesamt für Statistik (BFS), *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung: Eine Einführung in Theorie und Praxis – Methoden und Konzepte des ESVG,* Neuchâtel, 2003.

Technisch betrachtet wird das Wachstum der MFP als Saldowert gemessen. Die Multifaktorproduktivität entspricht dabei der Differenz zwischen dem Wirtschaftswachstum gemäss BIP zu Vorjahrespreisen und den Beiträgen der Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital.

Der analytische Nutzen der MFP ist vielfältig: Mittels Untersuchung der Kapitalintensität dokumentiert sie die Veränderungen im Einsatz der Faktoren Arbeit und Kapital im Zeitverlauf. Ausserdem widerspiegelt sie neben den Auswirkungen der technischen Entwicklung auch Skaleneffekte und Veränderungen in der Zusammensetzung des Faktors Arbeit. Angesichts dieser Vielfalt ihrer Komponenten darf die MFP jedoch nicht in einen allzu engen Zusammenhang mit dem technischen Fortschritt gebracht werden. Dieser ist nur einer von vielen Bestandteilen der Entwicklung der MFP. Auf Grund ihres übergreifenden Charakters ist die Multifaktorproduktivität jedoch ein wichtiges Plus für Gesamtanalysen der Leistung einer Volkswirtschaft.

3. Kapitalleistungen

Das Konzept der «Kapitalleistungen» ist für die Messung der MFP zentral. Allerdings muss hier betont werden, dass dieses Konzept vom üblichen Verständnis des Begriffs „Dienstleistung" abweicht. In der Alltagssprache versteht man unter Dienstleistung eine bei Drittpersonen bezogene Leistung, welche die Änderung eines bestimmten Zustands bezweckt. So dient zum Beispiel eine Arztkonsultation dem Zweck, Krankheitssymptome zu lindern.

Im vorliegenden Fall dienen die Kapitalleistungen dazu, den **Beitrag** der einzelnen Anlagegüter zur wirtschaftlichen Tätigkeit zu messen. Hierzu muss ein Leistungsfluss bestimmt werden, der einerseits dem kontinuierlichen Rückgang der **produktiven Kapazität** eines Anlagegutes im Zeitverlauf Rechnung trägt, und andererseits zu einem **Gesamtindex** aggregiert werden kann, der bei makroökonomischen Analysen Verwendung findet. Mit der Messung des nichtfinanziellen Kapitalstocks wurden wichtige Vorarbeiten geleistet[6]. Anschliessend galt es, den Fluss der von diesem Kapitalstock erzeugten Leistungen zu messen. Dies geschieht in zwei Etappen:

1. Die einzelnen Kategorien von Anlagegütern werden in **Standardeffizienzeinheiten (SEE)** konvertiert. Damit lässt sich die kontinuierliche Verminderung der produktiven Kapazität der Anlagegüter während ihrer Lebensdauer berücksichtigen.
2. Die SEE der verschiedenen Anlagegüter werden zu einem **Gesamtindex** zusammengefasst. Zu diesem Zweck werden die Kapitaleinsatzkosten der jeweiligen Anlagegüter als Gewichtungskoeffizienten verwendet.

3.1 Standardeffizienzeinheiten (SEE)

Die Umwandlung der verschiedenen Kategorien von Anlagegütern in Standardeffizienzeinheiten hat zum Ziel, die mit zunehmender Nutzungsdauer eines Anlagegutes **auftretende Minderung der produktiven Kapazität** zu integrieren. Ältere Anlagegüter sind wegen der gebrauchsbedingten Abnutzung in der Regel weniger effizient und generieren weniger Kapitalleistungen als neuere Anlagegüter.

Zur Messung der SEE werden «**Alters-Effizienz-Profile**» verwendet[7]. Diese widerspiegeln die Verminderung der Menge der von den (abnutzbaren) Anlagegütern erzeugten Kapitalleistungen über deren Nutzungsdauer hinweg. Die meistverwendeten Profile sind das

[6] Näheres dazu s.: Bundesamt für Statistik (BFS), Stock de capital non financier, *Rapport méthodologique* Neuchâtel, 2006.
[7] Die Messung der SEE verweist überdies auf das Konzept des «Alters-Preis»-Profils. Dieses beschreibt den relativen Preis der verschiedenen Generationen desselben Aktivums zu verschiedenen Zeitpunkten. In Anbetracht der für die Schweiz gewählten Methode, wird dieser Punkt hier nicht weiter näher erörtert.

geometrische Profil und das **hyperbelolische Profil**. Diese Profile weisen folgende Eigenschaften auf:

- Ein **Hyperbolisches Profil** drückt aus, dass die Einbussen der produktiven Kapazität der Anlagegüter zu Beginn ihrer Nutzungsdauer **gering** sind und mit zunehmender Nutzungsdauer immer grösser werden. Das «Alters-Effizienz-Profil» zeigt einen **konkaven** Verlauf.
- Ein **geometrisches Profil** impliziert einen **raschen Abfall** der produktiven Kapazität von Anlagegütern ab erstem Jahr ihrer Nutzungsdauer. In der Folge flacht der Wertverlust ab. Das geometrische Profil weist eine **konvexe** Form auf.

Fachleute auf internationaler Ebene führen intensive Debatten darüber, welches das geeignetste Profil zur Messung der MFP ist. Derzeit zeichnet sich ein Trend zur Favorisierung der **geometrischen Methode** ab. Neben den intrinsischen Qualitäten dieses Profils, das sich auf alle Anlagegüter anwenden lässt, spricht vor allem die leichte Umsetzbarkeit für die geometrische Methode. Die Eigenschaften der geometrischen Funktion vereinfachen die Analyse der Kapitalleistungen in erheblichem Masse. Für die Berechnungen in der Schweiz wurde folglich diese Methode gewählt.

Konkret fiel die Wahl auf die geometrisch-degressive Abschreibungsmethode («*double declining balance*»). Bei der degressiven Abschreibungsmethode können die anlagegüterspezifischen Abschreibungssätze verdoppelt werden. Dies gestattet es, sowohl die **altersbedingte** Verminderung der produktiven Kapazität eines Anlagegutes (zu einem konstanten Satz von 1/n) als auch dessen **Restnutzungsdauer** (ebenfalls zu einem konstanten Satz von 1/n)[8] zu berücksichtigen. Technisch betrachtet deckt sich das geometrische Alters-Effizienz-Profil mit dem Abschreibungsprofil des jeweiligen Anlagegutes[9].

Die Koeffizienten des geometrischen Alters-Effizienz-Profils werden wie folgt berechnet:

$$\mathbf{Coef}^{\,j} = (1-\delta)^j \qquad (1)$$

Wobei gilt:

$$\delta = \frac{1}{\frac{1}{2}\mathbf{n}} = \frac{2}{n} = \text{Erwarteter Abschreibungssatz / Ex-ante-Abschreibungssatz}$$

$$(1-\delta) = \left(1-\frac{1}{n}\right)\left(1-\frac{1}{n}\right) = 1-\frac{2}{n}+\frac{1}{n^2} \approx 1-\frac{2}{n} \qquad (2)$$

j = j^{tes} Nutzungsjahr des Anlagegutes[10].

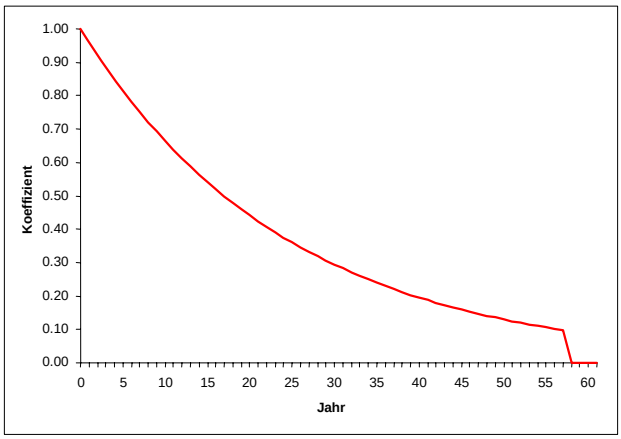
n = Nutzungsdauer der Anlagegüter in Jahren.

Eine wichtige Frage ist noch offen: Bis zu welchem Zeitpunkt gilt ein bestimmtes Anlagegut als wirtschaftlich produktiv? Verschiedene Betrachtungsmöglichkeiten bieten sich an: Man kann sagen, die Leistungen eines Anlagegutes verfallen am Ende dessen Nutzungsdauer. Dieses Prinzip eines «abrupten Todes» (drop dead principle) wird der Wirklichkeit jedoch nicht gerecht, denn ein Teil der Anlagegüter trägt offensichtlich länger zur wirtschaftlichen Tätigkeit bei.

[8] Vgl. auch: Barbara M. Fraumeni, *The measurement of Depreciation in the U.S National Income and Product Accounts*, Survey of Current Business, July 1997.
[9] Vgl.: Schreyer, P., La mesure des stocks de capital, des services du capital et de la productivité multifactorielle, Revue économie de l'OCDE, No. 37, 2003/2, pp. 185-209.
[10] Die Anschaffung eines Anlagegutes erfolgt konventionsgemäss per 1. Januar des entsprechenden Jahres. Ein im Jahr 2000 erworbenes Anlagegut weist am 1. Januar 2001 somit eine Nutzungsdauer von 1 Jahr auf.

Die Stutzung («*truncation*») trägt dem Umstand Rechnung, dass Anlagegüter über ihre Nutzungsdauer hinaus wirtschaftlich produktiv sein können, ohne dass das Alters-Effizienz-Profil deswegen unendlich verlängert wird**.** Im vorliegenden Fall geht man vom Ende der Berechnung der Alters-Effizienz-Profile aus, wenn der Koeffizient unter 10% sinkt (s. hierzu Grafik 1 unten). Dieses Vorgehen ist überdies konform mit der OECD-Praxis.

Grafik G1: Gestutztes geometrisch-degressives Alters-Effizienz-Profil (Beispiel eines Anlagegutes mit einer Nutzungsdauer von 50 Jahren)



Die gestützt auf ein geometrisch-degressives Alters-Effizienz-Profil berechnete **Kapitalleistung des Anlagegutes** i im Jahr t wird wie folgt ausgedrückt:

$$S_t^i = \sum_{j=0}^{n+k} (1-\delta^i)^j FBCF_{t-j}^i \qquad (3)$$

Wobei gilt:

$FBCF_{t-j}$ = Bruttoanlageinvestitionen im Jahr t-j

i = 1, …, 10 (Kategorien von Anlagegütern).

j = 1, 2, 3, …, n+k.

k = Berücksichtigte Lebensdauer nach der Stutzung (in Jahren).

δ^i = Erwartete Wertminderungsrate des Anlagegutes i.

n = Nutzungsdauer in Jahren.

Zwei wichtige Punkte seien hier noch erwähnt:

1. Zur Messung der Kapitalleistung wird die Annahme getroffen, dass die verschiedenen Generationen von Anlagegütern **perfekt substituierbar sind**[11]. D.h. es wird davon ausgegangen, dass ein altes Anlagegut idealerweise durch ein neues ersetzt wird. Die Kapitalleistung wird demzufolge ausgedrückt durch «neue, gleichwertige Einheiten» des Anlagegutes i.
2. Die Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zu den Ausrüstungs- und Bauinvestitionen beruhen auf einer **produktzentrierten Sichtweise**. So geben die verfügbaren Informationen beispielsweise Aufschluss über den Umfang der Investitionen in den Strassenbau, nicht jedoch darüber, **wer** diese Investitionen tätigt. Diese Einschränkung

[11] Schreyer, P., (2003), *La mesure des stocks de capital, des services du capital et de la productivité multifactorielle*, Revue économie de l'OCDE, No. 37, 2003/2, S. 185-209 und Diewert, Erwin D., *Measuring the Price and Quantity of Capital Services under Alternative Assumptions*, Department of Economics Working Paper n° 01-24, University of British Columbia, 2001, S.28.

im Bereich der Grunddaten wirkt sich massgeblich auf die Analysemöglichkeiten aus. Da es nicht möglich ist, den Kapitalstock nach Sektoren oder Wirtschaftszweigen aufzugliedern, kann die MFP lediglich auf der Ebene der **Volkswirtschaft** gemessen werden.

3.2 Index der Kapitaleinsatzkosten

Liegt die Berechnung des produktiven Bestandes der verschiedenen Anlagegüter vor, gilt es, diese als Nächstes zu einem **Gesamtindex** zusammenzufassen. Dies geschieht anhand der **Kapitaleinsatzkosten** (KEK), die dem Preis der Kapitalleistungen entsprechen. Die Kapitaleinsatzkosten sollten also im Prinzip die Grenzproduktivität der einzelnen Kategorien von Anlagegütern widerspiegeln. Dabei sind verschiedene Faktoren zu berücksichtigen. So weisen zwei Anlagegüter mit identischem Ausgangswert, aber verschieden Nutzungsdauer, unterschiedliche Kapitaleinsatzkosten auf. Die Kapitaleinsatzkosten des Anlagegutes mit kürzerer Nutzungsdauer sind höher, weil das betreffende Anlagegut über eine kürzere Zeitspanne hinweg abgeschrieben werden muss.

Die Kapitaleinsatzkosten des Anlagegutes i für den Zeitraum t werden wie folgt berechnet[12]:

$$u_o^{i,t} = P_o^{i,t}\left(r^{*t} + \delta_0 - \left(\Delta p^{i,t} - \omega^t\right)\right) \qquad (4)$$

Wobei gilt:

$u_o^{i,t}$ = Index der Kapitaleinsatzkosten (2000 = 100) des Anlagegutes i im Jahr t.

$P_o^{i,t}$ = Preisindex des Anlagegutes i (2000 = 100) im Jahr t.

r^{*t} = Realzins des Jahres t.

δ_0 = Abschreibungssatz (geometrisch-degressive Abschreibungsmethode).

$\Delta p^{i,t}$ = Preisänderung des Anlagegutes i zwischen den Jahren t und t-1.

ω^t = Gesamtwirtschaftliche Inflationsrate[13] des Jahres t.

$\left(\Delta p^{i,t} - \omega^t\right)$ = Umbewertungsgewinn oder -verlust.

wenn $\left(\Delta p^{i,t} - \omega^t\right) > 0 \Rightarrow$ Umbewertungsgewinn.

wenn $\left(\Delta p^{i,t} - \omega^t\right) < 0 \Rightarrow$ Umbewertungsverlust.

Die Gleichung (4) oben zeigt, dass die KEK nicht nur eine Funktion des Preises eines bestimmten Anlagegutes sind, sondern auch des **Zinses**, der für die Anschaffung dieses Anlagegutes bezahlt werden muss, bzw. der Opportunitätskosten, die anfallen würden, falls der Erwerb des Anlagegutes aus Eigenmitteln bestritten würde. Der Zins ist somit ein zentraler Parameter für die Berechnung. Er wird im nachfolgenden Kapitel 3.2.1 näher erörtert.

Die Gleichung (4) verdeutlicht zudem den Einfluss der **Umbewertungsgewinne bzw. -verluste**. Konkret verringern sich die Nutzungskosten eines Anlagegutes, wenn dessen Eigner/in einen Umbewertungsgewinn erzielt. Ein solcher Gewinn ergibt sich, wenn der Marktpreis des Anlagegutes stärker gestiegen ist als das allgemeine Preisniveau. Umgekehrt verteuert ein Umbewertungsverlust die Nutzungskosten eines Anlagegutes, da dessen Verkauf in einem

[12] Für weiterführende Informationen s. Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklungi (OECD), *Cost of capital services and the national accounts*, P. Schreyer, W. E. Diewert et A. Harrison, Working Party On National Statistics, Paris, 2005.
[13] Laut Konsumtenpreisndex (LIK) des BFS.

Verlust resultieren würde. Das Thema Umbewertungsgewinne/-verluste wird in Kapitel 3.2.2 unten behandelt.

Auffallend in der Gleichung (4) ist ferner die Bedeutung der Inflation. Neben ihrem Zusammenhang mit den Umbewertungsgewinnen bzw. -verlusten hat die Preisentwicklung einen erheblichen Einfluss auf die Realzinsen.

An dieser Stelle ist deshalb anzufügen, dass zur Ermittlung eines Realzinses der Konsumentenpreisindex des BFS herangezogen wurde. Andere Varianten, wie zum Beispiel die Verwendung des BIP-Deflators, wurden verworfen, da diese nicht die erforderlichen Eigenschaften hinsichtlich ökonomischer Eignung, Detaillierungsgrad und Verfügbarkeit (lange Zeitreihen) aufwiesen.

Die $P_o^{i,t}$ sind Preisindizes der verschiedenen Kategorien von Anlagegütern, die von folgender „Schwäche" geprägt sind: In der Schweiz beziehen sich diese Indizes auf den Wirtschaftszweig und nicht auf die Produkte. Mit anderen Worten: Die Deflatoren beruhen auf einer «outputbasierten» Sicht der Preise, im Gegensatz zu einer «inputbasierten» Betrachtungsweise. Demzufolge werden die Struktur und die Preise der Inlandnachfrage nach Investitionen mittels der Preise des inländischen Angebots näherungsweise geschätzt[14].

3.2.1 Zinssatz

Nach internationaler Praxis stehen **zwei grundlegende Optionen** für die Auswahl des Realzinses zur Verfügung. Verwendet wird:

- entweder ein Zins, der auf den Zinssätzen an den Finanzmärkten basiert (Option **exogener Zins**).
- oder ein Zins, der auf den Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung basiert (Option **endogener Zins**).

Der Entscheid für die eine oder andere Option hat Auswirkungen auf die Resultate. Deshalb sollen die Vor- und Nachteile der beiden Methoden erörtert werden, bevor die für die Schweiz gewählte Lösung präsentiert wird.

3.2.1.1 Exogener Zinssatz

Die Verwendung von Marktzinsen bietet zahlreiche **Vorteile**: Die Zinsen widerspiegeln die Transaktionen zwischen wirtschaftlichen Akteuren auf den Finanzmärkten und entsprechen somit einer wirtschaftlichen Realität. Dadurch werden schwer modellierbare Unzulänglichkeiten des Marktes, wie z.B. unvollständige Konkurrenz und steigende Skalenerträge, implizit berücksichtigt. Ausserdem sind die Zinsen mitbestimmend für die erwartete Rentabilität der Investitionen. Der Entscheid, ein Anlagegut anzuschaffen, beruht nämlich insbesondere auf dem Vergleich zwischen der erwarteten Rendite des Anlagegutes und dem Einkommen, das im Falle einer alternativen Mittelverwendung erzielt werden könnte (Opportunitätskosten). Bei darlehensfinanzierten Investitionen in Immobilien zum Beispiel hängt der Investitionsentscheid davon ab, dass das erwartete zukünftige Einkommen höher ist als der zu bezahlende Darlehenszins.

In der Schweiz stösst die Methode des exogenen Zinssatzes auf **zwei Schwierigkeiten**: Zum einen stehen nur wenige lange Zeitreihen zur Verfügung. Bis 1990, dem Referenzjahr für die Berechnung der MFP, sind nur gerade Daten über die Bundesobligationen erhältlich (s. Tabelle

[14] Die Preisindizes sind ausgedrückt zu Basispreisen. Zur Erinnerung: Der Basispreis ist ein Begriff aus der Volkswirtschaftlchen Gesamtrechnung und entspricht dem Betrag, den der Produzent je Einheit der von ihm produzierten Waren und Dienstleistungen vom Käufer erhält, ohne die auf die produzierten oder verkauften Güter zu zahlenden Steuern, zuzüglich Gütersubventionen (vgl. Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen 1995 (ESVG95), §3.48.

T2 unten). Zum anderen sollten die exogenen Zinssätze die Opportunitätskosten, d.h. ein gewisses **Risiko**, widerspiegeln. Müssten die Berechnungen – mangels Alternativen – einzig auf die Zinssätze der Bundesobligationen abgestützt werden, entfiele die Risikoprämie, die ein Investor bei Investitionen in riskante Projekte zu Recht erwarten darf. Die Schwierigkeit des Unterfanges zeigt sich schon beim Ermitteln des Durchschnittszinses der Bundesobligationen mit den drei unterschiedlichen Laufzeiten. Der exogene Realzins für den Zeitraum 1990-2004 beträgt **2,4%**. Angesichts des fehlenden Risikos beim exogenen Zins gehen wir davon aus, dass dieses Ergebnis den **unteren Grenzwert** für die Zinsschätzungen in der Schweiz darstellt.

Tabelle T2: Verfügbarkeit von langen Zeitreihen zu den Zinsen in der Schweiz

Titel	Verfügbar ab
Implizite Zinsen gemäss Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnung	2000
Bundesobligationen (5 Jahre)	1990
Bundesobligationen (10 Jahre)	1990
Bundesobligationen (20 Jahre)	1990
Weitere Obligationen (Bund)	1990
Weitere Obligationen (Kantone)	2001
Weitere Obligationen (Banken)	2001
Weitere Obligationen (Industrie)	2001
Weitere Obligationen (Ausland AAA)	2001
Weitere Obligationen (Ausland AA)	2001
Weitere Obligationen (Ausland A)	2001

Quelle : Schweizerische Nationalbank, Statistisches Monatsheft.
Ausnahme: Implizite Zinssätze gemäss Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnung, Quelle: BFS.

3.2.1.2 Endogener Zinssatz

Die Verwendung eines impliziten Zinssatzes auf der Basis der Ergebnisse der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung hat den grossen **Vorteil**, dass der Bezugsrahmen des BIP respektiert wird. Ausserdem wird eine vollständige Kohärenz zwischen dem Volumen der Kapitalleistungen und dem Kapitalertrag gewährleistet. So wird bei der Berechnung des endogenen Zinssatzes der Bruttobetriebsüberschuss berücksichtigt. Dieser entspricht der Differenz zwischen dem BIP, gemessen mittels Produktionskonto, und der Löhne der Arbeitnehmenden[15]. Der Bruttobetriebsüberschuss misst somit insbesondere die Abgeltung des Kapitals (Kapitalzins), wodurch die Kohärenz mit der Kapitalrendite gesichert ist.

Allerdings bedingt die Verwendung des endogenen Zinssatzes indirekt die Respektierung einer gewissen Anzahl von Arbeitshypothesen, die mit dem zu Grunde liegenden konzeptuellen Modell zusammenhängen. Diese Hypothesen sind ziemlich folgenschwer. Das Modell beruht nämlich auf der Annahme **konstanter Skalenerträge**[16], einer **vollständigen Konkurrenz**[17] und **rationaler Erwartungen** der wirtschaftlichen Akteure[18].

[15] Für weiterführende Informationen s. Bundesamt für Statistik (BFS), *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Resultate 1998-2003, erste Schätzungen 2004 (mit CD-Rom)*, Neuchâtel, 2005.
[16] Konstante Skalenerträge bedeuten, dass bei einem proportionalen, simultanen Mehreinsatz der beiden Produktionsfaktoren der Output proportional steigt.
[17] Bei dieser Hypothese entsprechen die erzielten Unternehmensgewinne einer «gerechten» Entlöhnung der Produktionsfaktoren (keine Superprofite).
[18] «Rationale Erwartungen» bedeuten, dass die von den Unternehmern für die Zukunft (ex ante) erwarteten Renditen mit den (ex post) beobachteten Renditen übereinstimmen. D.H. die Erwartungen und Vorausschätzungen der Unternehmer sind im Mittel korrekt.

Ausgehend von diesen drei Hypothesen wird das BIP zu laufenden Preisen (BIP) gemäss Einkommensansatz wie folgt berechnet:

$$\mathbf{PIB_t = w_t L_t + r_t K_t} \qquad (5)$$

Wobei gilt:

t = 1991, …, 2004.

PIB_t = Bruttoinlandprodukt zu laufenden Preisen.

w_t = Stundenlohnsatz.

L_t = Arbeitsinput.

r_t = Endogener Kapitalzins.

K_t = Kapitalinput.

und

$w_t L_t$ = Total Entgelte der Arbeitnehmenden.

$r_t K_t$ = Bruttobetriebsüberschuss [19].

In der Gleichung (5) sind alle Variablen mit Ausnahme von r_t bekannt. Diese kann jedoch (mit Ausnahme der Umbewertungsgewinne/-verluste) ermittelt werden, indem die folgende Gleichung in die Gleichung (5) eingesetzt (vgl. die Gleichung (7)) und die somit erhaltene Gleichung nach r gelöst wird.

$$\mathbf{r_t K_t = \sum_i \overline{u_0^{i,t}}\,\overline{S_t^i} = \sum_i \overline{p}_0^{i,t}(r_t^* + \delta_0^i)\overline{S}_t^i} \qquad (6)$$

Wobei gilt:

r_t^* = Endogener Realzins des Jahres t[20]

$$\mathbf{\overline{p}_0^{i,t} = \frac{1}{2}(p_0^{i,t} + p_0^{i,t+1})}$$

$\mathbf{\overline{S}_t^i = \frac{1}{2}(S_t^i + S_{t+1}^i)}$ wobei $\mathbf{S_t^i}$ dem produktiven Bestand des Anlagegutes i im Jahr t entspricht.

Wie zu sehen ist, bedingt die Verwendung des endogenen Realzinses die Akzeptanz einer gewissen Anzahl von **Arbeitshypothesen**, die kaum auf einhellige Zustimmung stossen dürften. Ausserdem sei erwähnt, dass der Bruttobetriebsüberschuss in der VGR-Praxis nicht lückenlos mit dem Kapitalzins übereinstimmt. Die Bruttowertschöpfung beinhaltet nämlich nicht nur den Bruttobetriebsüberschuss und die Entgelte der Arbeitnehmenden, sondern auch die **gemischten Einkommen**. Im System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung entsprechen diese den **Einkommen aus selbständiger Erwerbstätigkeit**. Das Problem besteht darin, dass häufig nicht zwischen der Vergütung für die von den Selbständigen geleisteten Arbeit und dem Gewinn, den diese als Unternehmerinnen und Unternehmer erzielen, unterschieden werden kann. Eine Aufgliederung der gemischten Einkommen in «Total Einkommen aus Beschäftigung» und «Betriebsüberschuss» ist jedoch praktikabel, wenn davon ausgegangen wird, dass:

[19] Näheres dazu s.: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), *Cost of capital services and the national accounts*, P. Schreyer, W. E. Diewert und A. Harrison, Working Party On National Statistics, Paris, 2005a. Seite 17.

[20] Der Einfachheit halber wird angenommen, dass r_t^* für alle Kategorien von Anlagegütern konstant ist.

1. das Lohnniveau der Selbständigerwerbenden identisch ist mit demjenigen der Arbeitnehmenden, die eine ähnliche Tätigkeit ausüben.

Oder dass

2. die Unternehmen ohne eigene Rechtspersönlichkeit aus ihrer Produktion ein identisches Einkommen erzielen wie die Unternehmen mit Rechtspersönlichkeit, die eine ähnliche Tätigkeit ausüben.

Mit Rücksicht auf die von der VGR bereitgestellten Daten[21] wurde die Hypothese 1 ausgewählt[22]. D.h. das Einkommen aus selbständiger Erwerbstätigkeit wird vom Betriebsüberschuss in Abzug gebracht und zu den Entgelten der Arbeitnehmenden gemäss VGR addiert. Mit anderen Worten: Die Variable « $w_t L_t$ » in der Gleichung (5) entspricht dem Gesamteinkommen aus Beschäftigung (einschliesslich Selbständigerwerbende).

Ersetzt man die Gleichung (6) in der Gleichung (5), ergibt sich folgende Relation:

$$\mathbf{PIB_t = w_t L_t + \sum_i \overline{p}_0^{i,t} (r_t^* + \delta_0^i) \overline{S}_t^i} \qquad (7)$$

$$\Rightarrow \mathbf{r_t^* = \frac{(PIB_t - w_t L_t) - \sum_i \overline{p}_0^{i,t} \overline{S}_t^i \delta_0^i}{\sum_i \overline{p}_0^{i,t} \overline{S}_t^i}} \qquad (8)$$

Der anhand der Daten der VGR berechnete endogene Realzins für den Zeitraum 1990-2004 beläuft sich auf 4,4%. Dieses Ergebnis wird als **oberer Grenzwert** für die Zinsschätzungen in der Schweiz verwendet.

3.2.1.3 Ex-ante-Realzinssatz

Der Realzins, der in die Messung der Kapitaleinsatzkosten einfliesst (s. Gleichung (4) oben), soll bekanntlich einen von den Investoren erwarteten (*ex ante*) Zins widerspiegeln. Dieser stellt die Opportunitätskosten dar, welche die Investoren bei der Entscheidfindung in Betracht ziehen. Die Bestimmung eines Ex-ante-Realzinses für die Schweiz ist allerdings nicht einfach: Wird das exogene Zinsmass auf der Basis der Bundesobligationen verwendet, so fehlt wie bereits erwähnt die Risikokomponente. Werden hingegen endogene Zinsen herangezogen, so ist dies mit folgenschweren Hypothesen und Entscheidungen verbunden, welche sich angesichts der wirtschaftlichen Realität der Märkte kaum als akzeptabel erweisen dürften.

Vor diesem Hintergrund gilt es zu berücksichtigen, dass diese beiden Masse dem **oberen und unteren Grenzwert** eines exogenen Ex-ante-Realzinses entsprechen. Die Messung des Zinses an sich ist nicht geregelt. Im Einklang mit der Praxis anderer Länder beschloss das BFS, den **Mittelwert** zwischen dem exogenen Durchschnittszins (2,4%) und dem endogenen Durchschnittszins (4,4%) als Ex-ante-Realzins zu nehmen. Der Zins für die Schweiz beträgt somit **3,4%**. Die gewählte Lösung hat den Vorteil, dass sie auf Eigendaten beruht. Ausserdem berücksichtigt der nach dieser Methode ermittelte Ex-ante-Realzins die Unzulänglichkeiten des Marktes, respektiert aber gleichzeitig den Bezugsrahmen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Schliesslich steht das Endresultat im Einklang mit der Tatsache, wonach die Zinsen in der Schweiz im Vergleich mit den Nachbarländern relativ niedrig sind.

---

[21] Näheres dazu s.: Bundesamt für Statistik (BFS), Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Resultate 1998-2003, erste Schätzungen 2004 (mit CD-Rom), Neuchâtel, 2005.

[22] Zu bemerken ist, dass beide Hypothesen genau gleich zutreffend und auch plausibel sind, die ermittelten Resultate jedoch ziemlich unterschiedlich ausfallen.

Zur Wahrung einer konsequenten Ex-Ante-Sichtweise wird dieser Zins auf **alle Jahre angewendet**. Oder anders ausgedrückt: Der Zinssatz von 3,4% ist eine konstante Grösse im ganzen Berichtszeitraum.

3.2.2 Umbewertungsgewinne / -verluste

Wie in der Einleitung zu diesem Kapitel erläutert, stellen die Kapitaleinsatzkosten die Opportunitätskosten hinsichtlich der Verwendung des Kapitalinputs im Produktionsprozess dar. Dabei gilt es, den Einfluss der **Umbewertungsgewinne / -verluste** zu berücksichtigen.

Laut dem Referenzsystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, dem von der Europäischen Union erlassenen „Europäischen System Volkswirtschatflicher Gesamtrechnungen" von 1995 (ESVG 95)[23], entstehen Umbewertungsgewinne und -verluste:

> «durch Veränderungen der Preise der Aktiva. Die Vermögenseigentümer erzielen die Umbewertungsgewinne/-verluste innerhalb einer Periode, ohne die Aktiva in irgendeiner Form verändert zu haben. Umbewertungsgewinne und –verluste, die sich aus der Veränderung der Marktpreise der Aktiva ergeben, werden als nominale Umbewertungsgewinne und -verluste bezeichnet. Diese können aufgeteilt werden in neutrale Umbewertungsgewinne (-verluste), die die Wertabnahme durch die allgemeine Preissteigerung messen, und in reale Umbewertungsgewinne und –verluste, die sich aus der Veränderung der Preise der Aktiva in Relation zur allgemeinen Preisänderung ergeben».
>
> «Der reale Umbewertungsgewinn eines Aktivums hängt somit davon ab, wie sich die Preise dieses Aktivums im Verhältnis zum allgemeinen Preisniveau (gemäss Index) ändern».

Zur Erinnerung: Laut der Gleichung (4) oben sind Umbewertungsgewinne und -verluste definiert als Differenz zwischen der Preisänderung des einzelnen Anlagegutes und der Inflationsrate[24] der Wirtschaft.

Bei der Berücksichtigung dieser Umbewertungsgewinne und -verluste ergeben sich zwei Haupt**probleme**:

1. In Zeiten starker Inflation können die Kapitaleinsatzkosten regelrecht explodieren.
2. Ist die Preisänderung eines Aktivums sehr hoch, können die Kapitaleinsatzkosten negativ werden. Der Umbewertungs**gewinn** kann dergestalt sein, dass er Anfangspreis, Zins und Abschreibungen mehr als kompensiert. Dies macht aber aus ökonomischer Sicht keinen Sinn.

Das zweite Problem ist besonders schwer zu lösen. So kann beispielsweise der Bodenpreis die Preisentwicklung bei den Bauinvestitionen beeinflussen. Gemäss ESVG 95 ist der Bodenpreis im Prinzip aus dem Investitionswert ausgeklammert, doch lässt sich die Einhaltung dieser Vorschrift nicht immer garantieren. Folglich ist es möglich, dass die Bodenpreisentwicklung die Investitionspreise beeinflusst und die relativen Preisänderungen ein echtes Problem darstellen.

Vor diesem Hintergrund könnte die vereinfachende Hypothese unterstellt werden, dass die Erwartungen der Unternehmerinnen und Unternehmer bezüglich der Preisentwicklung des Aktivums i genau mit ihren Inflationserwartungen übereinstimmen. Somit wäre $\left(\Delta p^{i,t} - \omega^{t}\right)$ gleich Null. In diesem Fall liessen sich die Kapitaleinsatzkosten wie folgt ausdrücken:

[23] Näheres dazu s. § 1.46 und § 6.47, Europäisches Amt für Statistik (Eurostat), Europäisches System volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen, *ESVG 1995*, Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeindschaften, Luxemburg, 1996

[24] Laut Konsumentenpreisndex (LIK) des BFS.

$$u_o^{i,t} = P_o^{i,t}\left(r^{*t} + \delta_0\right) \quad (9)$$

Diese Hypothese ist allerdings zu radikal und wird hier deshalb nicht weiterverfolgt.

Um die zwei oben genannten Probleme zu umgehen und die Ex-Ante-Sichtweise der Kapitaleinsatzkosten zu bewahren (s. Kapitel 2.2.1.1), wurden die Ex-Post-Reihen der Umbewertungsgewinne und –verluste der einzelnen Kategorien von Anlagegütern einem **Glättungsverfahren** unterzogen. Der Einfachheit halber wurde dieses statistische Verfahren auf die Gesamtheit der Umbewertungsgewinne/–verluste, d.h. auf $\left(\Delta p^{i,t} - \omega^t\right)$, und nicht gesondert auf jede einzelnen Komponente angewendet.

Für jede Ex-Post-Reihe der Umbewertungsgewinne/–verluste wird ein einfaches lineares Regressionsmodell berechnet. Anschliessend wird überprüft, ob die **Neigung** der einzelnen Regressionsgeraden **statistisch von Null abweicht** (bei einem Schwellenwert von 5%).

Signifikante Trends fliessen in die Messung der Ex-Ante-Reihen der Umbewertungsgewinne/–verluste ein. Letztere entsprechen den durch die Regressionsmodelle ermittelten Schätzwerten. Fehlen diese Angaben, wird für die Schätzung ein einfaches **arithmetisches Mittel herangezogen**.

Die zentrale Herausforderung besteht folglich darin, in den Ex-Post-Reihen der Umbewertungsgewinne/–verluste **einen Trend zu erkennen**.

Für jede Kategorie von Anlagegütern wird für den Zeitraum 1980–2004 vom nachfolgenden einfachen linearen Regressionsmodell ausgegangen:

$$Umbewertungsgewinne/-verluste_t^i = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon \quad (10)$$

Wobei gilt:

i = 1, …, 10 (Kategorien von Anlagegütern)

t = 1980, …, 2004

In der nachstehenden Tabelle T3 sind die Ergebnisse für die einzelnen Regressionsgleichungen zusammengefasst. Die vollständigen Ergebnisse finden sich im Anhang zu diesem Bericht.

Tabelle T3: Ergebnisse der Regressionsanalyse

Abhängige Variable	$\hat{\beta}_1$	***p-value***
Metallerzeugnisse	-0.006463	0.9799
Maschinenbau	-0.039935	0.5376
Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen	-0.422520	**0.0004**
Geräte der Elektrizitätserzeugung und -verteilung	-0.096855	0.2126
Geräte der Radio-, Fernseh- und Nachrichtentechnik	-0.280197	**0.0009**
Medizinische und optische Geräte, Präzisionsinstrumente, Uhren	-0.129231	0.1190
Kraftwagen und Kraftwagenteile	-0.056233	0.3769
Sonstige Fahrzeuge	0.057169	0.5986
Informatikdienste	-0.235699	**0.0497**
Bau	0.006671	0.9288

Quelle: BFS

Es zeigt sich, dass die Kategorien «Informatikdienste», «Geräte der Radio-, Fernseh- und Nachrichtentechnik», sowie «Büromaschinen und Datenverarbeitungsgeräte» eine statistisch von Null abweichende Neigung aufweisen[25]. Folglich werden für diese **3 Kategorien** die anhand des Regressionsmodells geschätzten Umbewertungsgewinne (bzw. -verluste) zur Berechnung der KEK verwendet.

Für die anderen Kategorien von Anlagegütern wird das arithmetische Mittel der Umbewertungsgewinne/-verluste im Zeitraum 1980–2004 herangezogen.

Dank dem Glättungsverfahren ist es möglich, die erwarteten (antizipierten) Umbewertungsgewinne/-verluste zu ermitteln. Die obige Gleichung (4) enthält deshalb, mit Ausnahme des Preises des Anlagegutes ($P_o^{i,t}$), ausschliesslich Ex-ante-Komponenten. Zudem lässt sich bei Verwendung geglätteter Reihen das Problem der negativen Kapitaleinsatzkosten vermeiden.

3.3 Index der Kapitalleistungen

In den vorangehenden Kapiteln wurde gezeigt, wie die verschiedenen Kategorien von Anlagegütern in Standardeffizienzeinheiten umgewandelt und die Kapitaleinsatzkosten berechnet werden. Im Folgenden soll nun die Messung des **Volumenindexes** der Kapitalleistungen[26] betrachtet werden.

Aufgrund der Heterogenität der diversen Kategorien von Anlagegütern werden die Standardeffizienzeinheiten durch die spezifischen Kapitaleinsatzkosten der einzelnen Kategorien **gewichtet**. Die OECD empfiehlt die Verwendung eines **Törnqvist-Indexes** zur Messung des Volumenindexes der Kapitalleistungen[27].

Dieser Index verwendet das Mittel der Kapitaleinsatzkosten der einzelnen Anlagegüter als Faktor zur Gewichtung der Veränderungsraten der Kapitalleistungen. Eingedenk dessen, dass die Kapitaleinsatzkosten die Grenzproduktivität der verschiedenen Anlagegüter widerspiegeln (s. Kapitel 3.2), lassen sich auf diese Weise heterogene Investitionen aggregieren. Das Ergebnis ist ein Gesamtmass des produktiven Kapitals.

Dieser Index wird dem Fisher-Index vorgezogen, um eine gewisse Kohärenz im Verfahren zur Berechnung der MFP zu garantieren. Der resultierende Index der Kapitalleistungen fliesst nämlich in die Schlussetappe zur Berechnung der Multifaktorproduktivität ein (vgl. Kapitel 6), die sich auf einen Törnqvist-Index abstützt. Im Interesse der Einheitlichkeit und der wissenschaftlichen Stringenz ist daher die Anwendung ein- und derselben Methode im ganzen Berechnungsverfahren unabdingbar.

Der Törnqvist-Index der Kapitalleistungen präsentiert sich wie folgt:

$$\ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) = \sum_i \tfrac{1}{2}\left[\frac{u_t^i S_t^i}{\sum_i u_t^i S_t^i} + \frac{u_{t-1}^i S_{t-1}^i}{\sum_i u_{t-1}^i S_{t-1}^i}\right] \ln\left(\frac{S_t^i}{S_{t-1}^i}\right) \qquad (11)$$

Wobei gilt:

[25] Anders ausgedrückt, der *p-value* muss kleiner oder gleich 0,05 sein.

[26] Die Berechnung der Wachstumsraten erfolgt hier nach der Logarithmusmethode $\Delta X_t = \frac{1}{k}\ln\left(\frac{X_{t+k}}{X_t}\right)$, wobei k der Anzahl Beobachtungsperioden entspricht.

[27] Quelle: Schreyer, P., (2003), *La mesure des stocks de capital, des services du capital et de la productivité multifactorielle*, Revue économie de l'OCDE, No. 37, 2003/2, S. 191.

t = 1991, …, 2004.

s_t^i = Kapitalleistung des Anlagegutes i im Jahr t.

4. Arbeitsinput

In Kapitel 3 wurden die verschiedenen ausgewählten Arbeitshypothesen zur Messung des Faktors Kapital vorgestellt. Im Folgenden soll nun der Arbeitsinput betrachtet werden, der für die Messung der MFP herangezogen wird. Auch in diesem Fall gilt es, das Referenzsystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, das ESVG 95, zu berücksichtigen. Dieses sieht vier **alternative** Methoden zur Messung des Arbeitsinputs vor, die im Folgenden kurz vorgestellt werden:

1. Anzahl Erwerbstätige

Zu den Erwerbstätigen zählen alle Personen – Arbeitnehmende und Selbständigerwerbende – die eine Tätigkeit im Rahmen des Produktionsprozesses ausführen. Dieses Konzept eignet sich besonders zur Analyse der Lage bestimmter Gruppen von Personen auf dem Arbeitsmarkt. Für Produktivitätsanalysen ist dieses Mass hingegen **nicht geeignet,** weil Personen, die mehrere Stellen innehaben, nur einmal mit ihrer Hauptbeschäftigung gezählt werden. Ausserdem widerspiegelt es nicht die Entwicklung der tatsächlichen Arbeitszeit und gibt einer Teilzeitbeschäftigung das gleiche Gewicht wie einer Vollzeitbeschäftigung.

2. Anzahl Beschäftigte

Unter „Beschäftigten" sind alle im Rahmen des Produktionsprozesses ausgeführten Aktivitäten zu verstehen. Dieses Konzept ist zwar dem Konzept der erwerbstätigen Personen vorzuziehen; das macht es aber noch lange **nicht zum besten Mass des Arbeitsvolumens**, weil auch hier die Behandlung der Teilzeitbeschäftigung Probleme bereitet.

3. Anzahl tatsächlich geleisteter Arbeitsstunden

Das Total der tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden ist die Gesamtzahl der während des Rechnungszeitraums von den Arbeitnehmenden und den Selbständigerwerbenden im Rahmen des Produktionsprozesses tatsächlich gearbeiteten Stunden. Ausgeklammert bleiben bezahlte, ferien- oder krankheitsbedingte Abwesenheitsstunden. Die tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden sind das einzige echte Mass des Arbeitsvolumens und gelten bei den internationalen Organisationen als **bestes Mass** für Produktivitätsberechnungen.

4. Anzahl Beschäftigte in Vollzeitäquivalenten

Dieses Mass stellt einen Mittelweg zwischen der Beschäftigtenzahl und den effektiven Arbeitsstunden dar. Die Anzahl Beschäftigte in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) ergibt sich aus dem Total der gearbeiteten Stunden dividiert durch den Jahresdurchschnitt der in Vollzeitstellen im Wirtschaftsgebiet gearbeiteten Stunden. Die Anzahl Beschäftigte in VZÄ ist ein **geeignetes Mass** zur Berechnung der Arbeitsproduktivität, vermag jedoch die Entwicklung der tatsächlichen Arbeitszeit nicht immer wiederzugeben.

4.1 Wahl der Masseinheit

Wie zu sehen war, empfehlen die internationalen Organisationen und insbesondere die OECD für Produktivitätsberechnungen die Verwendung der **tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden**. In der Schweiz werden die tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden mit der Arbeitsvolumenstatistik (AVOL[28]) gemessen. Diese erfasst die von Arbeitnehmenden und Selbständigerwerbenden während einer Rechnungsperiode im Rahmen der Produktionstätigkeit tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden. Die Arbeitsvolumenstatistik ist entspricht den internationalen Empfehlungen, und die Ergebnisse für die Schweiz sind vollständig vergleichbar mit denjenigen ihrer

[28] Näheres dazu s: Bundesamt für Statistik (BFS*), Arbeitsmarktindikatoren 2005*, Neuchâtel, 2006.

wichtigsten Wirtschaftspartner. Die Daten zu den tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden sind ab 1991 verfügbar.

4.2 Arbeitskosten

Wie in Kapitel 3.2.1.2 erwähnt, sind zur Messung der Arbeitskosten Anpassungen notwendig. Die Entgelte der Arbeitnehmenden gemäss VGR schliessen die **Einkommen aus selbständiger Erwerbstätigkeit** nicht mit ein. Letztere sind im Bruttobetriebsüberschuss enthalten, aber nicht als solche in der Kontensequenz ausgewiesen. Um die Gesamtkompensation des Arbeitsinputs berechnen zu können, müssen also zuerst diese Selbständigeneinkommen geschätzt werden.

Das Gesamteinkommen aus Beschäftigung (einschliesslich Selbständigerwerbende) lässt sich im Einklang mit der Methodik der OECD[29] wie folgt ausdrücken:

$$\mathbf{Wt} = \left(\frac{\mathbf{REMUNt}}{\mathbf{EMPLt}}\right)\mathbf{EMPLTOTt} \qquad (12)$$

Wobei gilt:

t = 1991, …, 2004.

$\mathbf{Wt}$ = Gesamtkompensation des Arbeitsinputs

$REMUN_t$ = Entgelte der Arbeitnehmenden.

$EMPL_t$ = Anzahl unselbständig Erwerbende (ohne Selbständigerwerbende und mitarbeitende Familienmitglieder).

$EMPLTOT_t$ = Total Erwerbstätige (einschliesslich Selbständigerwerbende).

Da die Variable $EMPLTOT_t$ neben den Arbeitnehmenden travailleurs indépendants auch die Selbständigerwerbenden umfasst, wurden letztere subtrahiert, um die Variable $EMPL_t$ zu erhalten. Diese entspricht der Zahl der unselbständig Erwerbstätigen. In der Schweiz ist die Aufgliederung zwischen Arbeitnehmenden und Selbständigerwerbenden in der Erwerbstätigenstatistik (ETS)[30] einzig per Mitte zweites Quartal des Jahres t verfügbar. Die Schätzung des Jahrestotals der Selbständigerwerbenden beruht deshalb auf der Annahme, dass dieses identisch ist mit dem Anteil der Selbständigerwerbenden an der Gesamtzahl der Erwerbstätigen per Mitte des zweiten Quartals.

Die Anzahl Selbständigerwerbender des Jahres t wird wie folgt berechnet:

$$\mathbf{INDEP_t} = \left(\frac{\mathbf{INDEP_{2T,t}}}{\mathbf{EMPLTOT_{2T,t}}}\right)\mathbf{EMPLTOT_t} \qquad (13)$$

Wobei gilt:

$\left(\frac{\mathbf{INDEP_{2T,t}}}{\mathbf{EMPLTOT_{2T,t}}}\right)$ = Anteil der Selbständigerwerbenden am Total der Erwerbstätigen Mitte zweites Quartal des Jahres t (in %).

Um die Zahl der unselbständig Erwerbstätigen des Jahres t ($EMPL_t$) zu schätzen, wurde das in der Gleichung (13) berechnete Jahrestotal der Selbständigerwerbenden ($INDEP_t$) von der Anzahl Erwerbstätiger der Rechnungsperiode t ($EMPLTOT_t$) in Abzug gebracht.

[29] Organisation für wirtschaftliche Zusamenarbeit und Entwicklung (OECD), *Compendium of Productivity Indicators*, Paris, 2005b.

[30] Für weiterführende Informationen s., Bundesamt für Statistik (BFS), *Arbeitsmarktindikatoren 2005*, Neuchâtel, 2006.

$$\mathbf{EMPL}_t = \mathbf{EMPLTOT}_t - \mathbf{INDEP}_t \quad (14)$$

5. Index der Gesamtfaktorkosten

Liegen die Arbeits- und Kapitalkosten vor, gilt es als Nächstes, den jeweiligen Anteil eines Faktors an den Gesamtfaktorkosten (C_t) zu bestimmen. Diese Anteile werden bei der Aggregation der Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital zu einem Index der Gesamtfaktorkosten als Gewichtungskoeffizienten verwendet. (vgl. hierzu Kapitel 6).

Die Gesamtfaktorkosten werden wie folgt ausgedrückt:

$$\mathbf{C}_t = \mathbf{W}_t + \sum_i \mathbf{u}_t^i \mathbf{S}_t^i \quad (15)$$

Der **Anteil der Arbeitskosten** an den Gesamtkosten ist:

$$\mathbf{s}_t^L = \frac{\mathbf{W}_t}{\mathbf{W}_t + \sum_i \mathbf{u}_t^i \mathbf{S}_t^i} \quad (16)$$

Der **Anteil der Kapitalkosten** an den Gesamtkosten ist:

$$\mathbf{s}_t^S = \frac{\sum_i \mathbf{u}_t^i \mathbf{S}_t^i}{\mathbf{W}_t + \sum_i \mathbf{u}_t^i \mathbf{S}_t^i} \quad (17)$$

6. Index der Multifaktorproduktivität

Vor der eigentlichen Berechnung der MFP müssen der Arbeits- und der Kapitalinput (Gleichungen 11, 16 und 17) noch zu einem Gesamtindex aggregiert werden. Dieser basiert auf einem Törnqvist-Volumenindex (vgl. Kapitel 3.3) und wird wie folgt berechnet:

$$\ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right) = \tfrac{1}{2}(s_t^L + s_{t-1}^L)\ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) + \tfrac{1}{2}(s_t^S + s_{t-1}^S)\ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right), \quad (18)$$

Wobei gilt:

$\mathbf{ln}\left(\frac{\mathbf{L}_t}{\mathbf{L}_{t-1}}\right)$ = Wachstumsrate des Arbeitsinputs, gemessen in tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden.

$\mathbf{ln}\left(\frac{\mathbf{S}_t}{\mathbf{S}_{t-1}}\right)$ = Wachstumsrate des Kapitalinputs.

$\ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right)$ = Wachstumsrate des Gesamtinputs.

Die Wachstumsrate der Multifaktorproduktivität entspricht somit der Differenz zwischen der Wachstumsrate des BIP und der Wachstumsrate des Gesamtinputs.

$$\ln\left(\frac{\mathbf{PMF_t}}{\mathbf{PMF_{t-1}}}\right) = \ln\left(\frac{\mathbf{PIB_t}}{\mathbf{PIB_{t-1}}}\right) - \ln\left(\frac{\mathbf{X_t}}{\mathbf{X_{t-1}}}\right) \quad (19)$$

Wobei gilt:

$\ln\left(\frac{\mathbf{PIB_t}}{\mathbf{PIB_{t-1}}}\right)$ = Wachstumsrate des BIP zu Preisen des Vorjahres, Basisjahr 2000.

7. Analytische Anwendungen

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, misst die Multifaktorproduktivität die Effizienz, mit der die Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital im Rahmen der wirtschaftlichen Tätigkeit genutzt werden. Es handelt sich um ein umfassenderes Effizienzmass als die Arbeitsproduktivität. In diesem Kapitel werden zwei wesentliche analytische Anwendungen vorgestellt, die fortan für die schweizerische Gesamtwirtschaft realisiert werden können.

1. Messung des Beitrags der Produktionsfaktoren zum Wirtschaftswachstum. Diese Anwendung wird im nachstehenden Kapitel 7.1 vorgestellt.
2. Zusammenhang zwischen der Entwicklung der der MFP und der Arbeitsproduktivität pro Stunde. Dieser Zusammenhang wird in Kapitel 7.2 unten erörtert.

7.1 Beitrag[31] der Produktionsfaktoren zum Wirtschaftswachstum

Durch Substitution der Gleichung (18) in Gleichung (19) kann der Beitrag der Produktionsfaktoren zum Wirtschaftswachstum gemessen werden.

$$\ln\left(\frac{\mathbf{PMF_t}}{\mathbf{PMF_{t-1}}}\right) = \ln\left(\frac{\mathbf{PIB_t}}{\mathbf{PIB_{t-1}}}\right) - \alpha\ln\left(\frac{\mathbf{L_t}}{\mathbf{L_{t-1}}}\right) - (1-\alpha)\ln\left(\frac{\mathbf{S_t}}{\mathbf{S_{t-1}}}\right) \quad (20)$$

Wobei gilt:

$\alpha = \frac{1}{2}(s_t^L + s_{t-1}^L)$ = Anteil der Arbeitskosten an den Gesamtfaktorkosten

$\ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right)$ = Beitrag des Arbeitsinputs

$\ln\left(\frac{\mathbf{S_t}}{\mathbf{S_{t-1}}}\right)$ = Beitrag des Kapitalinputs

Durch Umformung der Terme ergibt sich die Gleichung (20):

$$\ln\left(\frac{\mathbf{PIB_t}}{\mathbf{PIB_{t-1}}}\right) = \ln\left(\frac{\mathbf{PMF_t}}{\mathbf{PMF_{t-1}}}\right) + \alpha\ln\left(\frac{\mathbf{L_t}}{\mathbf{L_{t-1}}}\right) + (1-\alpha)\ln\left(\frac{\mathbf{S_t}}{\mathbf{S_{t-1}}}\right) \quad (21)$$

Die **Komponenten BIP-Wachstums** sind der Beitrag des Arbeitsinputs, der Beitrag des Kapitalinputs und der Beitrag der MFP. Letztere misst bekanntlich die Effizienz, mit der die Produktionsfaktoren im Produktionsprozess eingesetzt werden. Mit anderen Worten: Die MFP widerspiegelt die kombinierte **Produktivität** von Arbeit und Kapital. Die Beiträge des Arbeitsinputs und des Kapitalinputs geben ihrerseits Aufschluss über die Entwicklung des

[31] Für weitere Informationen zur Messung und Interpretation der Beiträge s.: Bundesamt für Statistik (BFS), *Die Schweizer Wirtschaft von den Neunzigerjahren bis heute, Wichtige Fakten und Konjunkturanalysen*, Neuchâtel, 2005.

Verhältnisses zwischen Kapital und Arbeit im Produktionsprozess, der so genannten Kapitalintensität.

7.2 Zusammenhang zwischen den Wachstumsraten der Arbeitsproduktivität pro Stunde und der MFP

Ausgehend von der obigen Gleichung (20) ist der Zusammenhang zwischen der Multifaktorproduktivität und der Produktivität pro Arbeitsstunde relativ unschwer nachzuweisen.

Nach Substraktion des Beitrags des Arbeitsinputs auf beiden Seiten der Gleichung erhält man:

$$\ln\left(\frac{\mathbf{PMF_t}}{\mathbf{PMF_{t-1}}}\right) - \ln\left(\frac{\mathbf{L_t}}{\mathbf{L_{t-1}}}\right) = \underbrace{\ln\left(\frac{\mathbf{PIB_t}}{\mathbf{PIB_{t-1}}}\right) - \ln\left(\frac{\mathbf{L_t}}{\mathbf{L_{t-1}}}\right)}_{\ln\left(\frac{LP_t}{LP_{t-1}}\right) = \text{ Wachstumsrate der Produktivität pro Arbeitsstunde}} - \alpha \ln\left(\frac{\mathbf{L_t}}{\mathbf{L_{t-1}}}\right) - (1-\alpha)\ln\left(\frac{\mathbf{S_t}}{\mathbf{S_{t-1}}}\right) \qquad (22)$$

Nach Vereinfachung der Gleichung (22) ergibt sich:

$$\ln\left(\frac{PMF_t}{PMF_{t-1}}\right) - \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{LP_t}{LP_{t-1}}\right) - \alpha \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) - (1-\alpha)\ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \qquad (23)$$

Die nachstehende Gleichung (24) zeigt, dass sich die Veränderungsrate der Arbeitsproduktivität aus zwei Komponenten zusammensetzt: der Veränderung der Multifaktorproduktivität und der Veränderung der Kapitalintensität.

$$\ln\left(\frac{LP_t}{LP_{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{PMF_t}{PMF_{t-1}}\right) + (1-\alpha)\underbrace{\left[\ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) - \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right)\right]}_{\text{Wachstumsrate der Kapitalintensität}} \qquad (24)$$

Die Wachstumsrate der Produktivität pro Arbeitsstunde entspricht der Summe aus den Wachstumsraten der MFP und der Kapitalintensität, wobei die letztere mit dem Anteil der Kapitalkosten an den Gesamtfaktorkosten gewichtet wird.

8. Zusammenfassung, Einschränkungen und Schlussbemerkungen

Der vorliegende Bericht beschreibt die vom BFS verwendete Methode zur Schätzung der Entwicklung der Multifaktorproduktivität (MFP). Die Methode steht im Einklang mit den Empfehlungen der OECD und trägt den Besonderheiten des schweizerischen Statistikapparates Rechnung. Sie stützt im Wesentlichen auf die Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung ab. Dies gewährleistet eine vollständige Kohärenz mit dem Rahmen zur Berechnung des Bruttoinlandproduktes (BIP) und ist konform mit den Regeln des Europäischen Systems Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen (ESVG 95).

Die wichtigsten Ergebnisse der Messung des MFP-Wachstums lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Das Wachstum der Multifaktorproduktivität entspricht der Differenz zwischen dem Wachstum des BIP, gemessen zu Vorjahrespreisen, und den kombinierten Wachstumsraten des Arbeits- und Kapitalinputs. Die MFP misst die Effizienz, mit der die Produktionsfaktoren im Produktionsprozess eingesetzt werden.

- Der nichtfinanzielle Kapitalstock als solcher wird nicht zur Messung der Produktivität des Kapitals und somit der Multifaktorproduktivität verwendet. Hierfür muss der Wert der Kapitalleistungen bestimmt werden.
- Um diese Kapitalleistungen schätzen zu können, müssen zunächst die einzelnen Kategorien von Anlagegütern in Standardeffizienzeinheiten (SEE) konvertiert werden. Diese Umwandlung wird in der Schweiz anhand eines gestutzten geometrisch-degressiven Alters-Effizienz-Profils durchgeführt.
- Die auf diese Weise berechneten SEE der verschiedenen Arten von Anlagegütern werden anhand der Kapitaleinsatzkosten zu einem **Gesamtindex** zusammengefasst. Zur Berechnung dieses Gesamtindexes der Kapitalleistungen wird ein Törnqvist-Index verwendet.
- Die Ermittlung der Kapitaleinsatzkosten ihrerseits bedingt, dass ein Ex-ante-Realzins sowie Ex-ante-Umbewertungsgewinne/-verluste bestimmt werden. In der Schweiz wird als Realzins ein artihmetisches Mittel zwischen einem endogenen und einem exogenen Zinssatz benutzt. Damit wird vermieden, dass der analytische Rahmen durch Komponenten eingeschränkt wird, die nicht der Situation der Schweizer Wirtschaft entsprechen. Für den Einbezug der Ex-Ante-Umbewertungsgewinne/–verluste werden geglättete Reihen herangezogen.
- Die Messung des Faktors Arbeit erfolgt anhand der tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden, die als bestes Mass für den Arbeitsinput gelten.
- Zur Messung der wirtschaftlichen Tätigkeit wird die Bruttowertschöpfung bzw. das BIP verwendet.
- Die Wachstumsrate des BIP setzt sich zusammen aus den Beiträgen der (beiden) Produktionsfaktoren und dem Beitrag der MFP.
- Die Veränderungsrate der Arbeitsproduktivität entspricht der Summe aus dem Beitrag der Multifaktorproduktivität und dem Beitrag der Kapitalintensität (Verhältnis zwischen Kapital und Arbeit), gewichtet mit dem Anteil der Kapitalkosten an den Gesamtfaktorkosten.

Das BFS stützte sich bei seinen Arbeiten möglichst auf vorhandene Informationen. Die Ergebnisse dieser Arbeiten wurden der OECD zu einem informellen Screening vorgelegt. Diese hält das gewählte Vorgehen für vergleichbar mit demjenigen anderer Länder, welche solche Schätzungen durchgeführt haben. Die Ergebnisse dürfen somit als qualitativ gut bezeichnet werden.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass ein solches Vorgehen unweigerlich an Grenzen stösst, sowohl auf der konzeptuellen als auch auf der Datenebene. So ist z.B. die Hypothese diskutabel, dass die verschiedenen Generationen von Anlagegütern perfekt **substituierbar** sind. Der technische Fortschritt und die Qualitätseffekte haben ganz offensichtlich einen Einfluss auf die Leistungen der verschiedenen Anlagegüter. Des Weiteren wären Daten zu den Investitionen nach einzelnen Wirtschaftszweigen nützlich, um die Herkunft dieser Investitionen bestimmen zu können.

Diese Art von Informationen können jedoch nur mittels zusätzlicher Befragungen der Unternehmen erhoben werden. Eine grobe Kosten-Nutzen-Analyse zeigt allerdings, dass der zu erwartende Informationsgewinn für die Analysten die Mehrbelastung der Unternehmen nicht immer rechtfertigen dürfte. Die in diesem Bericht präsentierten Arbeiten stellen somit einen gangbaren Mittelweg zwischen den Anforderungen der Analysten und der Erwartungen der Datenlieferanten dar. Sie stellen zusätzliche Grundlagen für die Entscheidungsträger bereit, ohne die Datenlieferanten zusätzlich zu belasten.

9. Bibliografie

Barbara M. Fraumeni, *The measurement of Depreciation in the U.S National Income and Product Accounts*, Survey of Current Business, July 1997.

Burda Michael, Wyplosz Charles, *Makroökonomie: Eine europäische Perspektive* (2. Auflage) München Vahlen Verlag 2003.

Diewert, Erwin D., *Measuring the Price and Quantity of Capital Services under*

Alternative Assumptions, Department of Economics Working Paper n° 01-24, University of

British Columbia, 2001.

Dirk Pilat et Paul Schreyer, *Aperçu de la base de données sur la productivité de l'OCDE*, Observateur international de la productivité, numéro 8, printemps 2004.

Dodge Y., *Statistique, dictionnaire encyclopédique*, Dunod, Paris, 1993.

Fernald, J. G. & Basu, S., « Why is Productivity Procyclical? Why do we Care? », International Finance Discussions Papers, No. 638, Board of Governors of the Federal Reserve System, 1996.

Bundesamt für Statistik (BFS), *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung: Eine Einführung in Theorie und Praxis – Methoden und Konzepte des ESVG,* Neuchâtel, 2003.

Bundesamt für Statistik (BFS*), Arbeitsmarktindikatoren 2004*, Neuchâtel, 2004.

Bundesamt für Statistik (BFS), *Die Schweizer Wirtschaft von den Neunzigerjahren bis heute, Wichtige Fakten und Konjunkturanalysen*, Neuchâtel, 2005.

Bundesamt für Statistik (BFS), *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Resultate 1998-2003, erste Schätzungen 2004 (mit CD-Rom)*, Neuchâtel, 2005.

Bundesamt für Statistik (BFS), *Arbeitsproduktivität: Internationale Vergleiche: Datenlage und Interpretation*, Neuchâtel, 2004.

Bundesamt für Statistik (BFS), S*tock de capital non financier*, Rapport méthodologique, Neuchâtel, 2006.

Europäisches Amt für Statistik (Eurostat), *Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen, ESVG 1995*, Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg, 1996.

Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), *Compendium of Productivity Indicators*, Paris, 2005.

Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), *Cost of capital services and the national accounts*, P. Schreyer, W. E. Diewert et A. Harrison, Working Party On National Statistics, Paris, 2005.

Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), *La mesure du capital*, Manuel de l'OCDE, Paris, 2001.

Schreyer, P., *Manuel de la productivité de l'OCDE: Guide de mesure de la productivité intra industrielle et inter industrielle*, Observateur international de la productivité, No. 2, Printemps 2001.

Schreyer, P., *La mesure des stocks de capital, des services du capital et de la productivité multifactorielle*, Revue économie de l'OCDE, No. 37, 2003/2, pp. 185-209.

Schreyer P. et Pilat D. (2001), *Mesurer la productivité,* Revue économique de l'OCDE, No. 33, 2001/II, pp. 137-184.

Wölfl, A. & Hajkova, D., *Measuring Multifactor Productivity Growth*, *29th* General Conference of The International Association for Research in Income and Wealth, August 2006.

Liste der Abkürzungen

BNS/SNB	Schweizerische Nationalbank
CN/VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
CUC/KEK	Kapitaleinsatzkosten
EBE/ BBÜ	Bruttobetriebsüberschuss
FBCF/BAI	Bruttoanlageinvestitionen
IPC/LIK	Landesindex der Konsumentenpreise
MIP/PIM	Methode des permanenten Inventars (Kumulationsmethode)
OCDE/OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OFS/BFS	Bundesamt für Statistik
PIB/BIP	Bruttoinlandprodukt
PMF/MFP	Multifaktorproduktivität
SDCB/BKS	Kapitalstock, brutto
SDCN/NKS	Kapitalstock, netto
ESVG 95	Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen auf nationaler und regionaler Ebene1995
SPAO/ETS	Erwerbstätigenstatistik
SVOLTA/AVOL	Arbeitsvolumenstatistik
UES/SEE	Standardeffizienzeinheit
VAB/BWS	Bruttowertschöpfung
VPB/BPW	Bruttoproduktionswert

ANHANG: Umbewertungsgewinne/-verluste: Ergebnisse der einfachen linearen Regressionsanalysen

Dependent Variable: **Metallerzeugnisse**
Method: Least Squares
Date: 07/03/06 Time: 11:35
Sample: 1980 2004
Included observations: 25
NOGA28=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	111.5156	504.6173	0.220990	0.8271
C(2)	-0.006463	0.253320	-0.025512	0.9799

R-squared	0.000028	Mean dependent var	98.64210
Adjusted R-squared	-0.043449	S.D. dependent var	8.941412
S.E. of regression	9.133593	Akaike info criterion	7.338414
Sum squared resid	1918.718	Schwarz criterion	7.435924
Log likelihood	-89.73017	Durbin-Watson stat	2.626787

Dependent Variable: **Maschinenbau**
Method: Least Squares
Date: 07/03/06 Time: 11:36
Sample: 1980 2004
Included observations: 25
NOGA29=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	178.4238	127.1290	1.403486	0.1738
C(2)	-0.039935	0.063819	-0.625746	0.5376

R-squared	0.016739	Mean dependent var	98.87386
Adjusted R-squared	-0.026011	S.D. dependent var	2.271686
S.E. of regression	2.301040	Akaike info criterion	4.581218
Sum squared resid	121.7801	Schwarz criterion	4.678728
Log likelihood	-55.26523	Durbin-Watson stat	1.289429

Dependent Variable: **Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen**
Method: Least Squares
Date: 07/03/06 Time: 11:36
Sample: 1980 2004
Included observations: 25
NOGA30=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	937.8745	204.4423	4.587477	0.0001
C(2)	-0.422520	0.102631	-4.116881	0.0004

R-squared	0.424262	Mean dependent var	96.21516
Adjusted R-squared	0.399230	S.D. dependent var	4.774151
S.E. of regression	3.700414	Akaike info criterion	5.531385
Sum squared resid	314.9405	Schwarz criterion	5.628895
Log likelihood	-67.14231	Durbin-Watson stat	1.131473

Dependent Variable: **Geräte der Elektrizitätserzeugung und -verteilung**
Method: Least Squares
Date: 07/03/06 Time: 11:36
Sample: 1980 2004
Included observations: 25
NOGA31=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	291.1195	150.4965	1.934394	0.0655
C(2)	-0.096855	0.075550	-1.281998	0.2126

R-squared	0.066692	Mean dependent var	98.18449
Adjusted R-squared	0.026113	S.D. dependent var	2.760270
S.E. of regression	2.723992	Akaike info criterion	4.918692
Sum squared resid	170.6631	Schwarz criterion	5.016203
Log likelihood	-59.48366	Durbin-Watson stat	1.316235

Dependent Variable: **Geräte der Radio-, Fernseh- und Nachrichtentechnik**
Method: Least Squares
Date: 07/03/06 Time: 11:42
Sample: 1980 2004
Included observations: 25
NOGA32=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	655.2261	146.7480	4.464975	0.0002
C(2)	-0.280197	0.073668	-3.803500	0.0009

R-squared	0.386120	Mean dependent var	97.07380
Adjusted R-squared	0.359430	S.D. dependent var	3.318702
S.E. of regression	2.656144	Akaike info criterion	4.868246
Sum squared resid	162.2673	Schwarz criterion	4.965756
Log likelihood	-58.85308	Durbin-Watson stat	1.491592

Dependent Variable: **Medizinische Geräte, Präzisionsinstrumente, optische Geräte und Uhren**
Method: Least Squares
Date: 07/03/06 Time: 11:42
Sample: 1980 2004
Included observations: 25
NOGA33=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	355.3196	158.9484	2.235440	0.0354
C(2)	-0.129231	0.079793	-1.619583	0.1190

R-squared	0.102371	Mean dependent var	97.89116
Adjusted R-squared	0.063343	S.D. dependent var	2.972661
S.E. of regression	2.876972	Akaike info criterion	5.027972
Sum squared resid	190.3703	Schwarz criterion	5.125482
Log likelihood	-60.84965	Durbin-Watson stat	1.116712

Dependent Variable: **Automobile, Anhänger und Zubehör**
Method: Least Squares
Date: 07/03/06 Time: 11:42
Sample: 1980 2004
Included observations: 25
NOGA34=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	210.8516	124.3164	1.696089	0.1034
C(2)	-0.056233	0.062407	-0.901069	0.3769

R-squared	0.034097	Mean dependent var	98.83465
Adjusted R-squared	-0.007898	S.D. dependent var	2.241297
S.E. of regression	2.250131	Akaike info criterion	4.536473
Sum squared resid	116.4511	Schwarz criterion	4.633983
Log likelihood	-54.70591	Durbin-Watson stat	1.377244

Dependent Variable: **Sonstige Fahrzeuge**
Method: Least Squares
Date: 07/03/06 Time: 11:42
Sample: 1980 2004
Included observations: 25
NOGA35=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-14.11812	213.3642	-0.066169	0.9478
C(2)	0.057169	0.107110	0.533739	0.5986

R-squared	0.012234	Mean dependent var	99.76201
Adjusted R-squared	-0.030712	S.D. dependent var	3.803929
S.E. of regression	3.861901	Akaike info criterion	5.616814
Sum squared resid	343.0283	Schwarz criterion	5.714324
Log likelihood	-68.21018	Durbin-Watson stat	1.173937

Dependent Variable: **Informatikdienste**
Method: Least Squares
Date: 07/03/06 Time: 11:43
Sample: 1980 2004
Included observations: 25
NOGA72=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	566.7944	226.6842	2.500370	0.0200
C(2)	-0.235699	0.113797	-2.071233	0.0497

R-squared	0.157201	Mean dependent var	97.28178
Adjusted R-squared	0.120557	S.D. dependent var	4.375190
S.E. of regression	4.102993	Akaike info criterion	5.737929
Sum squared resid	387.1946	Schwarz criterion	5.835439
Log likelihood	-69.72411	Durbin-Watson stat	1.258038

Dependent Variable: **Bau**
Method: Least Squares
Date: 07/03/06 Time: 11:35
Sample: 1980 2004
Included observations: 25
BAU=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	85.74371	147.1122	0.582846	0.5657
C(2)	0.006671	0.073851	0.090324	0.9288

R-squared	0.000355	Mean dependent var	99.03140
Adjusted R-squared	-0.043108	S.D. dependent var	2.607136
S.E. of regression	2.662737	Akaike info criterion	4.873205
Sum squared resid	163.0739	Schwarz criterion	4.970715
Log likelihood	-58.91506	Durbin-Watson stat	0.766155